

# Elumaja – obytný dům zítřka z Estonska

Ing. arch. Petr Novák  
Školitel: doc. Ing. arch. Hana Urbášková, Ph.D.  
Ústav navrhování 5 - FA VUT Brno

Myšlenky a principy výstavby domů v pasivním či nulovém standardu jsou dnes již rozšířené ve všech vyspělých státech. Estonská společnost ultraKUB OÜ, sídlící v hlavním městě Tallinnu, vyvinula inovativní modulový energeticky úsporný obytný dům Elumaja, který překonává standardy současného stavebnictví a organizace života obecně. Pokrokový koncept je založený na základním modulu 45 m<sup>2</sup> ve standardu pasivního domu jehož skládáním a kombinováním lze vytvořit různé velikostní varianty domu, který je energeticky úsporný, mobilní, pohodlný a zdravý, a jehož ekologická stopa je velmi malá. S tímto projektem jsem se seznámil při přednášce autora projektu architekta Rene Valnera, která byla součástí letního kurzu ECObob (Ecological buildings), jehož jsem se účastnil na Technické univerzitě v Tallinnu. Osobně jsem si i prohlédl vzorový dům Elumaja 45 m<sup>2</sup> postavený na náměstí Rotermanni, kde byl několik měsíců vystavený a přístupný veřejnosti.



Základní modul: Elumaja 45 m<sup>2</sup> vystavený na tallinnském náměstí Rotermanni (15.07.2009).

## 1. Idea projektu

Projekt Elumaja se zrodil z přání nabídnout světu kompaktní, integrované a udržitelné řešení pro modulový dům (dům ze stavebních buněk). Široká implementace modulových domů, vyhovujících standardu pasivního domu, pomáhá zabránit prohlubování problémů životního prostředí a nabízí nové trvale udržitelné řešení v oblasti bydlení v krizi. Architektem a autorem projektu je Rene Valner, který spolu s dalšími odborníky vytvořil společnost ultraKUB OÜ. Architekt zde spolupracuje s manažerem (Mihkel Pukk), inženýrem (Margus Tammaru), designérem (Alar Pikkorainen) a propagátorem trvale udržitelného životního stylu (Erkki Peetsalu).

Autoři projektu jsou přesvědčeni, že udržitelné myšlení se může stát přirozenou součástí našeho života. Rozhodli se udělat první krok a pomáhat lidem žít více lidsky a skromněji. Svoji tvůrčí energii směřují k budování nových modulových domů s extrémně malými náklady na provoz i výstavbu a s nejmenším možným dopadem na životní prostředí. K přírodě přátelský životní styl a provoz se stanou

druhou přirozeností, jenž bude dříve nebo později pro společnost jedinou cestou vpřed. V těžkých časech je nutné pečlivě zvážit, jak jsme do nynějška jednali a jakým směrem vykročit dále kupředu. Energeticky efektivní výstavba a bydlení je jednou z dovedností umožňující dosažení lepší rovnováhy mezi člověkem a přírodou.

## 2. Porovnání vlastností – standardní dům versus dům Elumaja



standardní dům - SD

### Náklady na pořízení a provoz SD

- cena katalogového domu je relativně příznivá, ale zákazník musí uvážit čas, po který se podílí na procesu výstavby, stavba "na klíč" má průměrnou tržní cenu
- v případě individuálního architektonického návrhu, cena za metr čtvereční domu zahrnuje i nepřímé náklady a s delší dobou potřebnou na výstavbu bývá obvykle dražší než tržní průměr
- značné provozní náklady a náklady na vytápění (dům 45 m<sup>2</sup> cca 15 000 Kč ročně)

### Závislost SD na infrastruktuře

- nevyhnutelná při používání el. energie, protože spotřeba je vysoká a náklady na využití obnovitelných zdrojů by byly příliš vysoké
- možnost jímat a využívat dešťovou vodu
- možnost řešit čištění odpadních vod v místě
- možnost využití solární energie, ale při vysoké spotřebě vyžaduje velké investice

### Mobilita standardního domu

- je teoreticky možná, pokud s ní bylo při výstavbě počítáno, to bývá ovšem zřídka
- tradiční budova se narodí a zemře na stejném místě



dům Elumaja - ED

### Náklady na pořízení a provoz domu ED

- cena je na úrovni průměru trhu a je pevná, úloha zákazníka ve fázi povolování a výstavby domu je omezena na minimum
- pro dům Elumaja (45 m<sup>2</sup>) se v Estonsku vyžaduje jen písemné povolení orgánu místní správy, které lze získat jednoduše a snadno
- nízké provozní náklady, náklady na vytápění od 1 500 Kč ročně (dům 45 m<sup>2</sup>)

### Závislost ED na infrastruktuře

- možnost výroby vlastní el. energie, protože spotřeba je nízká a pořízení systému na výrobu energie z obnovitelných zdrojů je tudíž cenově dostupné
- shromažďování a využívání dešťové vody stejně jako čištění odpadních vod jsou k dispozici jako volitelné balíčky řešení
- s možností vytápění pomocí solární energie bylo během návrhu počítáno, spotřeba je tudíž nízká a pořizovací náklady dostupné

### Mobilita domu Elumaja

- Elumaja se podobá stavebnici Lego, která může být sestavena a rozebrána, jak budete potřebovat, fyzicky přemístit moduly (základní stavební jednotky) je snadné
- například si můžete pro začátek pořídit dům o 45 m<sup>2</sup> na venkově a později přidat další dva moduly 45 m<sup>2</sup> a dům o 135 m<sup>2</sup> pak můžete sestavit třeba ve městě

### **Ekologická stopa standardního domu**

- obvykle není považována za důležitou, takže nebývá ani měřena
- likvidace stavebních materiálů po skončení životnosti budovy bývá často komplikovaná a drahá (např. OSB a sádkartonové desky, minerální vlna nebo plastová okna)
- množství primární energie použité při výrobě stavebních materiálů (např. koncentrace emisí CO<sub>2</sub>) není obvykle měřeno stejně jako emise skleníkových plynů, které vznikají v průběhu užívání stavby
- ekologická stopa se při užívání stavby zvyšuje

### **Vnitřní klima ve standardním domě**

- v závislosti na typu budovy, ručně regulovatelné nebo částečně řízené, včetně vlhkosti
- konstrukční a povrchové materiály často nejsou vybírány s ohledem na obsah toxických látek a možnost ovlivnění kvality vnitřního vzduchu
- přirozené větrání nebo větrání bez rekuperace tepla, často nedostatečná výměna vzduchu, vysoké nebo velmi kolísající koncentrace CO<sub>2</sub>, proměnlivá kvalita vzduchu
- obvyklý komfort prostředí, avšak možnost konvekčního proudění vzduchu, které vytváří diskomfort v jinak teplém prostoru (pocit chladu od podlahy, stěn nebo oken)

### **Provoz standardního domu**

- roční potřeba tepla na vytápění 150 kWh/m<sup>2</sup>
- domácí spotřebiče a osvětlení většinou nejsou regulovatelné
- náklady na údržbu nemohou být prognózovány před dokončením stavby

### **Emoce ve standardním domě**

- počáteční emoce jsou jistě pozitivní

### **Ekologická stopa domu Elumaja**

- měření ekologické stopy je jedním z cílů, který je monitorován a měřen od začátku výstavby až do konce životního cyklu budovy
- po skončení životnosti budovy je možné všechny použité materiály recyklovat nebo bezpečně zlikvidovat
- množství primární energie a emise skleníkových plynů jsou minimalizovány
- průběh výroby materiálů použitých pro montáž domu a při jeho následném užívání je plánován a může být měřen
- ekologická stopa nulového domu se při užívání domu snižuje

### **Vnitřní klima v domě Elumaja**

- řízené, funguje v automatickém režimu a je nastavitelné podle potřeb osob v místnosti
- materiály jsou zpracovány v co nejmenší míře, neobsahují toxické látky a pomáhají vyrovnávat vlhkostní a teplotní výkyvy (př. hliněné omítky)
- řízené větrání se zpětným získáváním tepla s účinností vyšší než 85%, objem výměny vzduchu je nastavitelný a koncentrace CO<sub>2</sub> je nízká, vzduch v místnosti je vždy čerstvý
- konvekční jev je eliminován, tepelné mosty se nevyskytují díky pečlivě navrženým a provedeným detailům
- vhodné pro vysoce citlivé osoby

### **Provoz domu Elumaja**

- roční potřeba tepla na vytápění: 15 kWh/m<sup>2</sup>
- domácí spotřebiče a osvětlení jsou regulovatelné
- náklady na údržbu mohou být a jsou prognózovány před dokončením stavby

### **Emoce v domě Elumaja**

- emoce jsou skvělé od začátku do konce
- brzy budou o efektivních a ekologických domech mluvit všichni, ale jen někteří už v té době budou v jednom z nich bydlet

## **3. Jaký typ domu je ten správný?**

Správný dům spotřebovává málo energie, je kompaktní, pohodlný a nezávislý. Splňuje potřeby svých obyvatel, je zdravý, efektivní a levný při nákupu i provozu. Takovým domem Elumaja je - novým typem modulového domu v pasivním standardu a se systémem pro získávání energie z obnovitelných zdrojů dosahuje dokonce parametrů nulového domu. Použité přírodní materiály zajišťují zdravé vnitřní klima a efektivní technologie, že životní náklady a ekologická stopa budovy je co nejmenší.

Postavit si dům Elumaja se podobá hře s dětskou stavebnicí - s nadšením a úsměvem. Nejprve si zvážíte své potřeby a s použitím základního stavebního modulu o velikosti 45 m<sup>2</sup>, pak sestavíte dům svých snů. Vlastní volbou počtu a formy sestavení modulů vytvoříte přesně ten typ domu, který nejlépe odpovídá vašim nárokům. Pak už si jen vyberete jeden z balíčků technického vybavení domu.



Schéma řízeného větrání s rekuperací tepla.



Sluneční svit v interiéru v létě a v zimě.

#### 4. Ohleduplnost k životnímu prostředí

Při navrhování domu Elumaja se jeho autoři řídili zásadami šetrného využívání zdrojů, volbou efektivního a flexibilního dělení prostoru, důkladným výběrem materiálů, minimalizováním množství produkováných odpadů a efektivním provozem. Nejdůležitějším hlediskem při výběru materiálů pro dům Elumaja bylo množství primární energie, tj. množství spotřebované energie a vytvořených emisí během výroby materiálu a transportu na staveniště, vzniklé množství skleníkových plynů, a nároky na zdroje v průběhu celého užívání budovy. Upřednostněny byly málo upravené materiály z místních surovin s ověřeným složením, které neobsahují komponenty, jenž by mohly být nebezpečné. Materiály nemístního původu (např. závětrná fólie a parotěsná zábrana), jsou certifikovány příslušnými orgány Evropské unie, aby byla zajištěna ochrana lidského zdraví a životního prostředí. Všechny materiály použité v domě Elumaja jsou z obnovitelných zdrojů nebo mohou být bezpečně odstraněny. Nosnou konstrukci domu tvoří vnitřní a vnější dřevěný skelet, které jsou spojeny úhlopříčnými styčníky, ale tepelně jsou od sebe odděleny. Zvenku i zevnitř jsou pobity prkny a dutina je vyplněna tepelnou izolací.

Hlavní použité materiály jsou: stavební dřevo (místní), materiály pro střechu (Ruukki ocelové plechové profily), membrány (ProClima / Terve Maja), dřevovláknité / celulózoové tepel. izolace (STEICO / Terve Maja), hlíněné omítky (Clay Processing), barevně tónované líněné oleje (Amello), kaseinové barvy (Safran), okna a dveře (Viking Windows), WC zařízení (Biolan, Gustavsberg), řízené větrání (Paul Ventilation, Viessmann), větrná turbína (Futuren), zásobník teplé vody (Viessmann).

##### **skladba podlahy - $U = 0,074 \text{ W/m}^2\text{K}$**

úhlopříčné pobití prkny 25 mm  
závětrná fólie proKlima Intello  
dřevěné trámy 50x200 mm ve vzd. 600 mm  
tepelná izolace 600 mm (200+200+200 mm)  
dřevěné trámy 50x200 mm ve vzd. 600 mm  
proKlima DB + parotěsná zábrana  
podlahová prkna 25mm  
parkety 17 mm

##### **skladba střechy - $U = 0,070 \text{ W/m}^2\text{K}$**

plechové střešní profily Ruukki pp113 mm  
vzduchová mezera 0-50mm  
závětrná fólie proKlima Intello  
úhlopříčné pobití prkny 25 mm  
dřevěné trámy 50x200 mm ve vzd. 600 mm  
tepelná izolace 600 mm (200+200+200 mm)  
dřevěné trámy 50x200 mm ve vzd. 600 mm  
proKlima DB + parotěsná zábrana  
dřevěný obklad 20 mm





**skladba vnější stěny -  $U = 0,067 \text{ W/m}^2\text{K}$  (od ext. do int.)**

vertikální obklad tl. 20 mm impregnovaný přípravkem taroil  
 horizontální latě 25x50 mm ve vzdálenosti 400 mm  
 závětrná fólie proKlima Intello  
 úhlopříčné pobití prkny 25 mm  
 dřevěné trámy 50x100 mm ve vzd. 600mm (izolace 100 mm)  
 tepelná izolace 600 mm (100+400+100 mm)  
 dřevěné trámy 50x100 mm ve vzd. 600mm (izolace 100 mm)  
 proKlima DB + parotěsná zábrana  
 horizontální pobití prkny 25 mm  
 síťový nosič omítky  
 hliněná omítka 25 mm  
 kaseinová barva

## 5. Balíčky vybavy – pět úrovní technického vybavení domu Elumaja

**Base** - základní stupeň vybavení nabízí dům ve standardu pasivního domu, který obsahuje systém řízeného větrání s rekuperací tepla doplněný o ohřev přicházejícího vzduchu pomocí elektrické energie (náklady na vytápění domu 45 m<sup>2</sup>: cca 1500 Kč ročně). K ohřevu vody slouží elektrický kotel. Pro odvod odpadní vody a přívod elektřiny je nutné připojení k inženýrským sítím.

**Solar** - solární balíček obsahuje zařízení pro výrobu tepla, větrání a přípravu teplé vody, při zajištění maximální produktivity systému při minimálním využívání zdrojů. Tyto funkce zajišťuje kompaktní jednotka automaticky regulovaná podle aktuálních vnitřních a venkovních klimatických podmínek. Jsou k ní připojeny také solární kolektory pro výrobu teplé vody. Pro vytápění objektu a ohřev vody je možné použít také plynový kotel (náklady na vytápění: cca 33 litrů za rok, spotřeba na přípravu teplé užitkové vody cca 77 litrů za rok) nebo malou kogenerační jednotku.

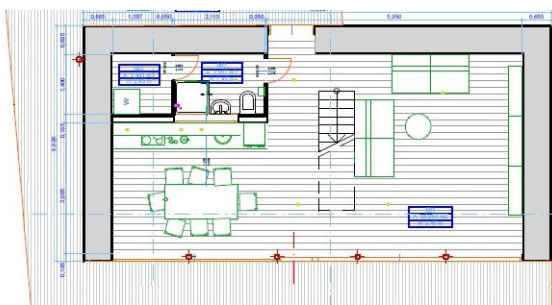
**Power** - energetický balíček umožňuje postavit dům v místech, kde připojení k vnějším inženýrským sítím není možné nebo je dražší, než nezávislé řešení. Dům je v tomto případě ve standardu nulového domu. Balíček obsahuje solární elektrárnu o výkonu 1,56 kW, akumulátory 19,2 kW, měnič 2,2 kW (max 5,7 kW), automaticky spouštěný záložní generátor 3kW/kogenerační jednotku a ovládací panel s vizuálním výstupem. Použití větrného generátoru v systému závisí na umístění domu a místních větrných podmínkách. Balíček Power je dimenzován tak, že může fungovat společně s balíčkem Solar.

**Water** - vodní balíček poskytuje nezávislost na vodovodní a kanalizační síti. Řešení zahrnuje kolektor dešťové vody, čističku vody a separačně-kompostovací WC. Kapacita čističky vody je max. 200 l denně. Nainstalovaná nádrž pitné vody má objem 180 l. Průměrný objem získané dešťové vody je v Estonsku 30 m<sup>3</sup> ročně.

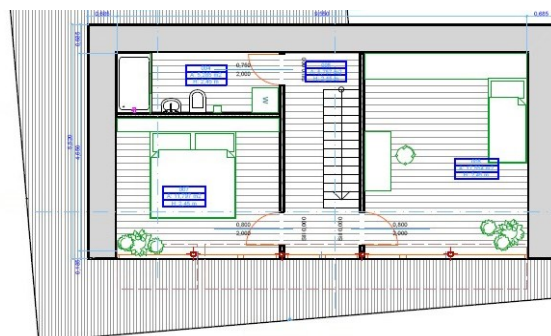
**Smart** - chytrý balíček obsahuje automatizační a komunikační systém, který umožňuje centrálně řídit a spravovat provozní zařízení budovy. Celý dům lze například přepnout do úsporného režimu a ovládat dálkově (pomocí SMS nebo PC).

Balíčky lze kombinovat a lze si objednat i řešení na míru. Vnitřní klima, přirozené osvětlení a spotřeba energie byly modelovány pomocí moderní dynamické simulace a tabulkového výpočetního softwaru. Potřeba tepelné izolace a tepelné mosty byly modelovány a ověřovány softwarem Autodesk Ecotect a PHPP. Výměna vzduchu za tlakového rozdílu 50 Pa  $n_{50} < 0,5 \text{ h}^{-1}$ . Testována je Blower-Door testem v průběhu stavby. Výborné hodnoty průvzdušnosti je dosaženo použitím parotěsné

zábrany, závětrné fólie a interiérové hliněné omítky. Použitá větrací jednotka s vysoce účinnou rekuperací tepla má certifikát od Passivhaus Institut Darmstadt.



Elumaja 90 m<sup>2</sup> - půdorys 1. NP.



Elumaja 90 m<sup>2</sup> - půdorys 2. NP.

## 6. Tři velikosti domu Elumaja



### Elumaja 45 m<sup>2</sup>

malé a kompaktní uspořádání  
ve standardu pasivního domu  
44 100 € (\*1,25 mil. Kč)

ve standardu nulového domu  
63 300€ (\*1,61 mil. Kč)



### Elumaja 90 m<sup>2</sup>

optimální a funkční dispozice  
ve standardu pasivního domu  
82 400€ (\*2,1 mil. Kč)

ve standardu nulového domu  
114 400€ (\*2,92 mil. Kč)



### Elumaja 135 m<sup>2</sup>

prostorný a komfortní půdorys  
cena ve standardu pasivního  
domu: 120 800€ (\*3,08 mil. Kč)

cena ve standardu nulového  
domu: 159 100€ (\*4,06 mil. Kč)

\* přepočít dle kurzu 1€=25,5Kč

## 7. Závěr

Dům Elumaja je zboží, jehož nákup by se dal přirovnat ke koupi automobilu s hybridním pohonem. Můžete si zvolit velikost, úroveň výbavy i spotřebu domu. Poznatky, které jsem získal studiem tohoto projektu uplatním při své disertační práci.

**Použitá lit.:** ultraKUB OÜ. *Elumaja : kus me homme elame* [online]. Tallinn : 2009 [cit. 2010-03-10]. Dostupné z WWW: <<http://www.elumaja.ee/>>.